

## Министерство образования и науки Российской Федерации



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ЭНИН (Ин ЭО)

Направление подготовки (специальность)  
электроэнергетических систем

Кафедра Электроэнергетических систем

Релейная защита и автоматизация

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

| Группа | ФИО                              |
|--------|----------------------------------|
| 3-5A11 | Кучеряеву Александру Валерьевичу |

Тема работы:

|   |
|---|
| Исследование быстродействующего автоматического ввода резерва |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)                   |

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

1. Схема РУ-ТНХК и его электроснабжения однолинейная.
2. Всережимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем (ВМК РВ ЭЭС) для определения влияния различных видов автоматических включений резерва (АВР) на синхронную работу синхронных электродвигателей (СД) РУ-ТНХК.
3. Справочные данные.

**Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов**

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

1. На ВМК РВ ЭЭС произвести исследование влияния времени работы АВР и включения выключателя на устойчивость работы синхронных двигателей (СД) РУ-ТНХК.
2. Снять и проанализировать осциллограммы аварийных режимов работы СД РУ-ТНХК.
3. По получившимся данным сделать вывод о возможности и целесообразности установки

|  |  |
|--|--|
|  | <p>комплекта защиты БАВР.</p> <p>4. Рассмотреть вопрос проектирования БАВР со стороны экономической эффективности.</p> |
|--|--|

**Перечень графического материала**

*(с точным указанием обязательных чертежей)*

Схема РУ ТНХК и его электроснабжения однолинейная.

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

| Раздел  | Консультант |
|---|-------------|
| Социальная ответственность                                      |             |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение |             |

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

|   |  |
|---|--|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> |  |
|---|--|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность             | ФИО                           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|-------------------------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Свечкарев Сергей Владимирович | к.т.н.                 |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 3-5A11 | Кучеряев Александр Валерьевич |         |      |

Министерство образования и науки Российской Федерации



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ЭНИН (Ин ЭО)

Направление подготовки (специальность)  
электроэнергетических систем

Кафедра Электроэнергетических систем

Релейная защита и автоматизация

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

| Тема работы   |
|---|
| Исследование быстродействующего автоматического ввода резерва |

Студент

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 3-5A11 | Кучеряев Александр Валерьевич |         |      |

Руководитель

| Должность | ФИО                           | Ученая степень, звание    | Подпись | Дата |
|-----------|-------------------------------|---------------------------|---------|------|
| доцент    | Свечкарёв Сергей Владимирович | Кандидат технических наук |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО                         | Ученая степень, звание    | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------------|---------------------------|---------|------|
| доцент    | Коршунова Лидия Афанасьевна | Кандидат технических наук |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО                     | Ученая степень, звание    | Подпись | Дата |
|-----------|-------------------------|---------------------------|---------|------|
| доцент    | Бородин Юрий Викторович | Кандидат технических наук |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой | ФИО                          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|------------------------------|------------------------|---------|------|
| ЭЭС           | Сулайманов Алмаз Омурзакович | И.о. зав. каф., к.т.н  |         |      |

Томск – 2015 г.

## Планируемые результаты обучения по ООП

| Код результата                          | Результат обучения   |
|---|--|
| <i>Общекультурные компетенции</i>       |  |
| P1                                      | Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы; готовность применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.   |
| P2                                      | Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области для решения коммуникативных задач.  |
| P3                                      | Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля; осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования; уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.  |
| P4                                      | Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства коллективом исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами; уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.  |
| P5                                      | Демонстрировать знание социальных, правовых, культурных и экологических аспектов профессиональной деятельности, знание вопросов охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на электроэнергетических и электротехнических производствах.   |
| P6                                      | Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты профессиональной деятельности.   |
| <i>Общепрофессиональные компетенции</i> |  |
| P7                                      | Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники.  |
| P8                                      | Способность применять стандартные методы расчета и средства автоматизации проектирования; принимать участие в выборе и проектировании элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники в соответствии с техническими заданиями.   |
| P9                                      | Способность применять современные методы разработки энергосберегающих и экологически чистых технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов на электроэнергетическом и электротехническом производствах. |
| P10                                     | Готовностью обеспечивать соблюдение производственной и трудовой дисциплины на электроэнергетическом и электротехническом производствах; осваивать новые технологические процессы производства продукции; обеспечивать соблюдение заданных параметров технологического процесса и качества продукции.   |
| P11                                     | Способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений; выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса.  |
| P12                                     | Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов; планировать экспериментальные исследования; применять методы стандартных испытаний электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники.  |

| Код результата   | Результат обучения  |
|--|---|
| P13  | Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности на основе систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, патентных исследований по соответствующему профилю подготовки.  |
| P14  | Способностью к монтажу, регулировке, испытаниям, сдаче в эксплуатацию, наладке и опытной проверке электроэнергетического и электротехнического оборудования.  |
| P15  | Готовность осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта.  |
| P16  | Способность разрабатывать рабочую проектную и научно-техническую документацию, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов, организовывать метрологическое обеспечение; подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества; составлять оперативную документацию, предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы. |
| <i>Специальные профессиональные компетенции</i><br><i>Профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»</i> |   |
| P7   | Способностью моделировать режимы работы релейной защиты и противоаварийной автоматики энергосистем с использованием профессиональных программ; проводить экспериментальные исследования функционирования элементной базы системной автоматики.  |
| P8   | Способностью определить параметры срабатывания релейной защиты энергообъекта; оценивать защитную способность проектируемой релейной защиты.   |
| P9   | Способностью оценивать влияние аварийных ситуаций в энергосистемах на безопасность жизнедеятельности людей; последствия от прекращения электроснабжения на функционирование предприятий и возможного ущерба.  |
| P10  | Способностью обеспечить соблюдение заданных параметров при производстве устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики; проводить работы по сертификации устройств автоматики энергосистем.  |
| P11  | Способностью планировать работу персонала и фондов оплаты труда при разработке релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем.  |
| P12  | Способностью использовать современную аппаратуру для измерения режимных параметров.<br>Готовностью к участию в исследовательских работах по автоматизации энергообъектов; к участию во внедрении результатов выполненных исследований по автоматизации энергообъектов; использовать современную аппаратуру для измерения режимных параметров.   |
| P13  | Готовностью к участию в исследовательских работах и внедрению результатов выполненных исследований по автоматизации энергообъектов.   |
| P14  | Готовностью к участию в работе по монтажу и наладке устройств автоматики; способностью к участию в монтаже устройств релейной защиты и автоматики энергообъектов.<br>Способностью к участию в натурных испытаниях и сдаче в эксплуатацию смонтированного оборудования релейной защиты и автоматики.   |
| P15  | Способностью к обслуживанию устройств релейной защиты и автоматики; способностью к оценке состояния и условий эксплуатации релейной защиты и автоматики энергообъекта.<br>Готовностью к участию в работах по модернизации устройств релейной защиты и автоматики энергообъекта.   |
| P16  | Способностью к проведению анализа результатов работы и составлению отчетной документации.   |

Министерство образования и науки Российской Федерации



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ЭНИН (Ин ЭО)

Направление подготовки (специальность) Релейная защита и автоматизация  
электроэнергетических систем

Кафедра Электроэнергетических систем

Период выполнения \_\_\_\_\_ (весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работы

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы: 11.06.2016.

| Дата<br>контроля | Название раздела (модуля) /<br>вид работы (исследования)                 | Максимальный<br>балл раздела (модуля) |
|------------------|--|---------------------------------------|
| 24.03.2016 г.    | Обзор литературы   |                                       |
| 4.04.2016 г.     | Объект и методы исследования   |                                       |
| 9.04.2016 г.     | Изучение программного обеспечения ВМК РВ ЭЭС                             |                                       |
| 17.04.2016 г.    | Подготовка статической и динамической схемы<br>электропитания ТНХК       |                                       |
| 28.04.2016 г.    | Исследование различных видов АВР и их влияния на<br>синхронную работу СД |                                       |
| 20.05.2016 г.    | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и<br>ресурсосбережение       |                                       |
| 26.05.2016 г.    | Социальная ответственность   |                                       |
| 30.05.2016 г.    | Оформление работы  |                                       |

Составил преподаватель:

| Должность                | ФИО                              | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший<br>преподаватель | Свечкарев Сергей<br>Владимирович | К.Т.Н                     |         |      |

## Реферат

Выпускная квалификационная работа, состоит из 104 страниц, 30 рисунков, 32 таблиц, 34 источников, 1 приложений.

Исследуются переходные характеристики СДН связанные с их включением под действием АВР.

Целью работы является исследование и анализ режимов работы СДН связанных с действиями АВР. Направленное на повышения надежности бесперебойного электроснабжения и обратного водоснабжения ЭП-300.

В исследовании проводились опыты по моделированию работы АВР и их влиянию на само-запуск синхронных двигателей. В результате эксперимента были получены и проанализированы осциллограммы переходных процессов, протекающих в синхронных двигателях.

Область применения: моделирование ЭЭС.

Экономическая эффективность определяется проведенными испытаниями АВР СД без фактического ущерба ЭЭС. Результаты полученные в работе позволяют использовать их в ВМК РВ ЭЭС для научных и исследовательских целей.

В будущем существует возможность проводить более глубокие анализы как нормальных так и аномальных режимов работы синхронных двигателей.

## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

АВР – автоматический включение резерва;

АПВ – автоматическое повторное включение;

АРВ – автоматического регулирования возбуждения;

АЦП – аналого-цифровых преобразователей;

БАВР – быстродействующий автоматический ввод резерва;

ВЛ – воздушная линия;

ВМК РВ ЭЭС – всережимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетической системы;

ГПП – главная понижающая подстанция;

ЗРУ – закрытые распределительные устройства;

КЗ – короткое замыкание;

КНЭ - Кратковременные нарушения электроснабжения;

ВЛ - Воздушная линия;

ПС – подстанция;

РЗА – релейная защита и автоматика;

РУ– распределительное устройство;

СГ– синхронный генератор;

СГП – специализированный гибридный процессор;

СД – синхронный двигатель;

СДН – синхронный двигатель насос;

СП – структурное подразделение;

СПО – специализированного программного обеспечения;

ТВУ – тиристорное возбуждательное устройство;

ТНХК – томский нефтехимический завод;

ЭЭС – электроэнергетические системы.



## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Планируемые результаты обучения   | 2  |
| Задание на выполнение выпускной квалификационной работы   | 4  |
| Реферат   |    |
| Список сокращений   | 8  |
| Содержание  | 9  |
| Введение  | 11 |
| 1. Быстродействующий автоматический ввод резерва  | 13 |
| 1.1 Причины возникновения кратковременных нарушений нормального электроснабжения  | 13 |
| 1.2 Современные методы и средства для решения проблем кратковременных нарушений нормального электроснабжения                    | 16 |
| 1.3 Характеристики пускового устройства БАВР  | 18 |
| 1.4 Алгоритм работы устройства БАВР   | 21 |
| 2 Всережимный моделирующий комплекс реального времени ЭЭС   | 24 |
| 2.1 Техническое описание  | 24 |
| 2.2 Работа в среде ВМК РВ ЭЭС   | 27 |
| 2.2.1 Формы   | 28 |
| 2.2.2 Осциллографы  | 30 |
| 2.2.3 Сценарии режима   | 31 |
| 2.2.4 Сценарий динамики   | 32 |
| 3. Исследование различных видов АВР и их влияния на синхронную работу СДН   | 33 |
| 3.1 Подготовка данных для ВМК РВ ЭЭС  | 33 |
| 3.2 Исследование работы АВР   | 33 |
| 3.2.1 Опыт первый   | 35 |
| 3.2.2 Опыт второй   | 37 |
| 3.2.3 Опыт третий   | 40 |
| 3.2.4 Опыт четвертый  | 43 |
| 3.2.5 Опыт пятый  | 45 |
| 3.2.6 Опыт первый СДН-2   | 48 |
| 3.2.7 Опыт второй СДН-2   | 57 |
| 3.2.8 Опыт третий СДН-2   | 54 |
| 3.2.9 Опыт четвертый СДН-2  | 58 |
| 3.2.10 Опыт пятый СДН-2   | 61 |
| 3.2.11 Результаты исследований  | 64 |
| 4. Техничко-экономическое обоснование установки блока быстродействующего автоматического включения резерва в РУ «Томскнефтехим» | 65 |
| 4.1 Оценка научно-технического уровня инженерных решений  | 66 |
| 4.2 Оценка технического уровня новшества  | 67 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.3 Планирование выполнения проекта и формирование бюджета | 68  |
| 4.4 Расчет затрат на проектирование                        | 70  |
| 4.4.1 Материальные затраты                                 | 70  |
| 4.4.2 Затраты на оплату труда                              | 70  |
| 4.4.3 Отчисление в социальные фонды                        | 72  |
| 4.4.4 Амортизационные отчисления                           | 72  |
| 4.4.5 Прочие неучтенные затраты                            | 73  |
| 4.4.6. Накладные расходы                                   | 73  |
| 4.4.7 Расчет затрат на оборудование и монтаж               | 74  |
| 5. Социальная ответственность                              | 78  |
| 5.1 Анализ опасных и вредных факторов                      | 79  |
| 5.2 Техника безопасности                                   | 80  |
| 5.3 Защитное заземление подстанции                         | 81  |
| 5.4 Расчет контура заземления подстанции                   | 82  |
| 5.5 Производственная санитария                             | 86  |
| 5.6 Освещение  | 90  |
| 5.7 Электромагнитные поля                                  | 93  |
| 5.8 Производственные шумы                                  | 93  |
| 5.9 Пожарная безопасность                                  | 94  |
| 5.10 Экологическая безопасность                            | 98  |
| 5.11 Чрезвычайные ситуации                                 | 98  |
| Заключение   | 100 |
| Список литературы  | 101 |
|  | 104 |

## **Введение**

Технологическая непрерывность производства этилена на ЭП-300 Томскнефтехим зависит от бесперебойности оборотного водоснабжения. Существенное значение имеет выявление и использование мер, позволяющих повысить вероятность сохранения в работе синхронных двигателей насосов (СДН) при различного рода авариях в системе электроснабжения, приводящих к снижению или исчезновению напряжения на рабочей секции РУ-142.

В связи с этим необходимо произвести анализ возможных режимов работы СДН РУ-142, главным образом аномальных режимов и возникающих при этом процессов. В частности рассмотреть режим самозапуска СДН после пропажи напряжения на рабочей секции и автоматического включения резерва. Определить и обосновать возможности, и условия повышения надежности оборотного водоснабжения ЭП-300 в части работы этих СДН после АВР.

Основная проблема, с которой сталкиваются во время проектирования в электроэнергетики связано с отсутствием всей необходимой информации. Ввиду того что электроэнергетическая система рассматривается как единое целое и связанна между собой в нормальных и аварийных режимах работы. Получение всей необходимой информации путем проведения натуральных крупномасштабных экспериментов не представляется возможным, информацию можно получить только путем моделирования. В результате, единственным способом получения нужной информации является математическое моделирование. Так как основные объекты моделирования представляют собой сугубо динамические элементы, применяемые математические модели должны быть динамическими. А так же для получения как можно более достоверного результата, все элементы должны максимально соответствовать реальным.

Целью работы является исследование режимов работы СДН связанных с действиями АВР.

В соответствии с поставленной задачей объектом исследования является анализ влияния быстродействия АВР на синхронную работы СДН и ЭЭС в целом.

Предмет исследования является анализ переходных характеристик СДН связанных с их включением действием АВР.

Практическая значимость результатов ВКР. Полученные в ходе работы результаты помогут обосновать замену действующего комплекта защиты АВР на более быстродействующую. Созданная динамическая модель РУ-142 в ВМК РВ ЭЭС позволит воспроизводить множество различных экспериментов и режимов работы распределительного устройства.

Реализация и апробация работы. В процессе выполнения работы, создана динамическая модель РУ-142 для ВМК РВ ЭЭС и произведены исследования действия АВР на режимы работы СДН и их влияния на процессы в сети.

**задания для раздела дипломной работы бакалавриата  
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студент:

| Группа        | ФИО                           |
|---------------|-------------------------------|
| <b>3-5A11</b> | Кучеряев Александр Валерьевич |

| Институт            |             | Кафедра                   |  |
|---------------------|-------------|---------------------------|--|
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

|  |   |
|--|---|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | - стоимость материалов и оборудования;<br>- квалификация исполнителей;<br>- трудоёмкость работы.... |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов   | - нормы амортизации;  |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  | - отчисления в социальные фонды   |

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

|  |   |
|--|---|
| 1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР) | - Техничко-экономическое обоснование, оценка научно-технического уровня |
| 2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР  | - планирование выполнения проекта, формирование бюджета                 |
| 3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)            | - расчёт капитальных вложений в основные средства                       |

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

**Перечень графического материала**(с точным указанием обязательных чертежей)

1. График разработки и внедрения ИР

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

| Должность | ФИО                         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент    | Коршунова Лидия Афанасьевна | <b>к.т.н.</b>          |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа        | ФИО                           | Подпись | Дата |
|---------------|-------------------------------|---------|------|
| <b>3-5A11</b> | Кучеряев Александр Валерьевич |         |      |

#### **4. Техничко-экономическое обоснование установки блока быстродействующего автоматического включения резерва в РУ-142 «Томскнефтехим»**

Целью данного раздела является технико-экономическое обоснование установки блока быстродействующего автоматического включения резерва (БАВР) 10 кВ «Томскнефтехим».

Преимущества у микропроцессорных защит много: это и меньшие габаритные размеры, постоянная самодиагностика, установка блока повысит надежность электроснабжения потребителей, совмещение в одном устройстве функций различных защит, управления, измерения, регистрации событий, возможность интеграции в АСУ ТП, оперативное внесение изменений в программы защит, в том числе и для исправления проектных ошибок и прочее. Если учесть все эти составляющие, то можно смело утверждать, что цена функций в таких изделиях сопоставима с электромеханическими защитами (а чаще – ниже) и это выбивает главный аргумент сторонников электромеханики.

Для этого выбираем современное микропроцессорное оборудование с лучшими техническими характеристиками.

Для технико-экономического обоснования проведения реконструкции проведем необходимые расчеты:

1. Расчет трудовых затрат на монтаж блока БАВР в РУ «Томскнефтехим»
2. Расчет затрат на оборудование и монтаж;

Для того, чтобы выполнить расчет затрат на реконструкцию РУ «Томскнефтехим» в срок при наименьших затратах средств, составляется план-график, в котором рассчитывается поэтапная трудоёмкость всех работ. После определения трудоёмкости всех этапов темы, назначается число участников

работы по этапам. При определении трудовых затрат воспользуемся опытно-статистическим методом, а именно вероятностным.

#### 4.1 Оценка научно-технического уровня инженерных решений

Любое проектирование в идеале должно начинаться с выявления потребностей потенциальных потребителей. После такого анализа становится возможным вычислить единичный параметрический показатель

$$q = \frac{P}{P_{100}} \cdot p, \quad (36)$$

где  $q$  – параметрический показатель;

$P$  – величина параметра реального объекта;

$P_{100}$  – величина параметра гипотетического (идеального) объекта, удовлетворяющего потребность на 100%;

$p$  – вероятность достижения величины параметра; вводится для получения более точного результата с учетом элемента случайности, что позволяет снизить риск осуществления проекта, принимаем  $p=0,9$

Каждому параметрическому показателю по отношению к объекту соответствует некий вес  $d$ , разный для каждого показателя. После вычисления всех единичных показателей становится реальностью вычисление обобщенного (группового показателя), характеризующего соответствие объекта потребности в нем (полезный эффект или качество объекта):

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i d_i, \quad (37)$$

где  $Q$  – групповой технический показатель (по техническим параметрам);

$q_i$  – единичный параметрический показатель по  $i$ -му параметру;

$d_i$  – вес  $i$ -го параметра;

$n$  – число параметров, подлежащих рассмотрению.





Несмотря на ряд выгод (цена, готовность персонала и.т.п.) электромеханики перед микропроцессорными защитами, вектор развития РЗА направлен в сторону цифровых защит, и иного быть не может. Уже сейчас на очереди следующее поколение РЗА – адаптивные защиты.

### 4.3 Планирование выполнения проекта и формирование бюджета.

Экономический эффект может быть получен за счёт увеличения показателей надёжности и снижения затрат на проведение ремонтов коммутационных аппаратов.

Для определения ожидаемого значения продолжительности работ  $t_{ож.}$  применим вариант, основанный на использовании трех оценок:  $t_{max}$ ,  $t_{min}$ ,  $t_{н.в.}$

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{н.в.} + t_{max}}{6} \quad (39)$$

где  $t_{min}$  - кратчайшая продолжительность данной работы (оптимистическая оценка);

$t_{н.в.}$  - наиболее возможная, по мнению экспертов продолжительность работы (реалистическая оценка);

$t_{max}$  - самая длительная продолжительность работы.

Состав и структура основных этапов реконструкции релейной защиты РУ «Томскнефтехим» сведена в таблицу.

Таблица 4.2 этапы выполнения работ

| Код работы | Наименование работы        | Потребная численность, чел.              | Продолжительность работы |            |           |          |
|------------|----------------------------|--|--------------------------|------------|-----------|----------|
|            |                            |  | $t_{mi}$                 | $t_{н.в.}$ | $t_{max}$ | $t_{ож}$ |
| 0-1        | Разработка задания         | Руководитель<br>Инженер                  | 3                        | 4          | 5         | 4        |
| 1-2        | Подбор кадров              | Руководитель<br>Инженер                  | 1                        | 2          | 3         | 2        |
| 2-3        | Сбор и изучение литературы | Руководитель<br>Инженер<br>Инженер конс. | 5                        | 6          | 7         | 6        |

|                      |   |  |    |     |     |     |
|----------------------|---|--|----|-----|-----|-----|
| 3-4                  | Анализ полученной информации                                  | Руководитель<br>Инженер<br>Инженер конс. | 2  | 3   | 4   | 3   |
| 4-5                  | Выбор схемы реконструкции релейной защиты РУ «Томскнефтехим». | Руководитель<br>Инженер<br>Инженер конс. | 2  | 3   | 4   | 3   |
| 5-6                  | Моделирование работы БАВР на ВМК, расчет уставок.             | Руководитель<br>Инженер<br>Инженер конс. | 40 | 41  | 42  | 42  |
| 5-7                  | Выбор оборудования – шкафа релейной защиты БАВР               | Руководитель<br>Инженер<br>Инженер конс. | 1  | 1   | 2   | 1   |
| 7-8                  | Анализ и проверка выбранного оборудования                     | Руководитель<br>Инженер<br>Инженер конс. | 6  | 7   | 8   | 7   |
| 8-9                  | Доработка   | Руководитель<br>Инженер<br>Инженер конс. | 1  | 2   | 3   | 2   |
| 9-10                 | Выводы и предложения по проделанной работе                    | Руководитель<br>Инженер<br>Инженер конс. | 1  | 1   | 1   | 1   |
| 10-11                | Оформление отчета по проделанной работе                       | Руководитель<br>Инженер<br>Инженер конс. | 10 | 11  | 12  | 11  |
| 10-12                | Выполнение графической части                                  | Инженер<br>Инженер конс.                 | 14 | 15  | 16  | 15  |
| 12-13                | Утверждение проекта реконструкции                             | Руководитель<br>Инженер<br>Инженер конс. | 2  | 3   | 4   | 3   |
| Итого: сдача проекта |   |  | 88 | 100 | 122 | 100 |

Таблица 4.3 линейный график выполнения работ

| Линейный график выполнения работ |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Код                              | дни |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19-60 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-1                              | 1   | 2 | 3 | 4 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

#### **4.4 Расчет затрат на проектирование**

Рассчитаем себестоимость проделанной работы. Необходимые статьи затрат:

1. Материальные затраты;
2. Затраты на оплату труда;
3. Отчисления в социальные фонды;
4. Амортизационные затраты;
5. Прочие затраты;
6. Накладные расходы.

##### **4.4.1 Материальные затраты**

В элементе «материальные затраты» отражается стоимость приобретенных со стороны сырья и материалов, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя её основу.

Комплекующие:

- диски -30 руб. (10шт.)
- бумага – 250 руб. (500 листов)
- канцтовары - 1000 рублей

$$И_k = (30 \cdot 10) + 250 + 1000 = 15500 \text{ рублей}$$

##### **4.4.2 Затраты на оплату труда**

В состав затрат на оплату труда включаются:

1. Выплаты заработной платы за фактически выполненную работу, исходя из сделанных расценок, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии формами и системами оплаты труда;
2. Выплаты стимулирующего характера по системам положения;

3. Выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда (выплаты по районным коэффициентом);

4. Оплата в соответствии с действующим законодательством очередных ежегодных и дополнительных отпусков;

5. Другие виды выплат за исключением расходов по оплате труда, финансируемых за счет прибыли предприятия.

Организация заработной платы основана на тарифной системе. Тарифный фонд для бюджетных работ рассчитывается по единой тарифной сетке. Она предусматривает 18 разрядов. Тарифная сетка применяется для установления соотношений в оплате труда в зависимости от квалификации рабочего определяемой присвоенным разрядом. Каждому разряду соответствует определенный тарифный коэффициент.

Таблица 4.4 Расчет заработной платы исполнителей

| Исполнитель            | Оклад,руб.<br>(ЗП <sub>т</sub> ) | плата за<br>неотработанное время<br>(0,16;0,1;0,08 ЗП <sub>т</sub> ) | Районный<br>коэффициент<br>(0,3 ЗП <sub>т</sub> ) | Месячная<br>зарплата |
|------------------------|----------------------------------|--|---|----------------------|
| 1                      | 2                                | 3  | 4   | 5                    |
| Руководитель<br>(снс)  | 25000                            | 4000   | 7500  | 36500                |
| Инженер<br>конструктор | 20000                            | 2000   | 6000  | 28000                |
| Инженер                | 18000                            | 1440   | 5400  | 24840                |

Рассчитывается плановый фонд заработной платы научных, инженерно-технических работников, выполняющих заказы по данной разработке, в соответствии с построенным графиком выполнения работ. Величина планового фонда заработной платы определяется по формуле:

$$\text{ЗП} = \text{ЗП}_t + \text{ЗП}_d + \text{ЗП}_n, \quad (40)$$

где ЗП<sub>т</sub> – тарифный фонд заработной платы (по окладам);

ЗП<sub>д</sub> – дополнительная заработная плата за неотработанное время (отпуск);

$$\text{ЗП}_d = (0,08 - 0,16) \text{ЗП}_t. \quad (41)$$

$ЗП_{\pi}$  – доплаты за условия работы и проживания (0,3-0,5)  $ЗП_{\tau}$  (учитывается поясной коэффициент и доплата за вредные и опасные условия работы).

$T$  - количество трудодней - 100- 4,6 мес. (в 1 мес. -22 рабочих дня);

$$T_{\text{рук}} = 85 \text{ дней} = 3,86 \text{ мес}$$

$$T_{\text{инж.кон.}} = 93 \text{ дня} = 4,22 \text{ мес}$$

$$T_{\text{инж}} = 100 \text{ дней} = 4,54 \text{ мес}$$

$$ЗП_{\text{рук.}} = 36500 \cdot 3,86 = 140890 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{инж-к.}} = 28000 \cdot 4,22 = 118160 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{инж}} = 24840 \cdot 4,54 = 112773 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{фонд}} = ЗП_{\text{рук.}} + ЗП_{\text{инж-к.}} + ЗП_{\text{инж}} = 371823 \text{ руб.}$$

#### 4.4.3 Отчисление в социальные фонды

Социальный налог включает в себя: обязательные отчисления по установленным законодательством нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования от элемента «Затрат на оплату труда».

Социальные отчисления ( $И_{\text{со}}$ ) составляет 30 от фонда заработной платы (ФПЗ).

$$И_{\text{со}} = ЗП_{\text{фонд}} \cdot 0,3 = 371823 \cdot 0,3 = 111547 \text{ рублей}$$

(42)

#### 4.4.4 Амортизационные отчисления

Расчет амортизационных отчислений, на полное восстановление основных средств, производится по нормам амортизации утвержденными в действующим законодательством порядке, и определенным в зависимости от балансовой стоимости оборудования.

Стоимость оборудования:

-мебель 20000 руб.

- компьютер(2шт) - 35000 руб.

- МФУ - 14000 руб.

- Вычислительно машинный комплекс -350000 руб.

- Программное обеспечение - 150000 руб.

$$C_{\text{ОБОР.}} = 70000 + 14000 + 350000 + 150000 + 20000 = 604000 \text{ руб.}$$

$$H_{\text{ам}} = \frac{1}{T_{\text{сл}}} = \frac{1}{3} = 0,33\% \quad (44)$$

$$I_{\text{ам}} = \frac{T_{\text{исп}}}{T_{\text{г}}} \cdot H_{\text{ам}} \cdot C_{\text{обор}} = \frac{100}{365} \cdot 604000 \cdot 0,33 = 54608 \text{ руб.}$$

где  $T_{\text{исп.}}$  - время использования оборудования = 100 дней;

$T_{\text{г}}$  - количество использования в год = 365 дней;

$C_{\text{ОБОР.}}$  - стоимость оборудования;

$T_{\text{сл.}}$  - срок службы оборудования = 3 года .

#### 4.4.5 Прочие неучтенные затраты

К ним относятся отчисления на подготовку кадров, оплата услуг связи и т.п.

Прочие расходы составляют 10 % от всех издержек.

$$\text{Пр} = 0,1 \cdot (I_{\text{к}} + 3\text{П}_{\text{фонд}} + I_{\text{со}} + I_{\text{ам}}) \quad (45)$$

$$\text{Пр} = 0,1 \cdot (15500 + 371823 + 111547 + 54608) = 55348 \text{ руб.}$$

#### 4.4.6. Накладные расходы

Накладные расходы - это расходы, связанные с производством, управлением и хозяйственным обслуживанием организации, которые в равной степени относятся ко всем разрабатываемым темам (оплата административных расходов, расходов на содержание зданий и помещений, оплата труда административно управленческого персонала). Величина накладных расходов определяется как 200 % от фонда заработной платы. Данные для расчета получены из проектного бюро.

$$H_{\text{р}} = 200 \% \cdot 3\text{П}_{\text{фонд}}, \quad (46)$$

$$H_{\text{р}} = 200 \% \cdot 371823 = 743646 \text{ руб.}$$



Таблица 4.5 Смета затрат

| Виды затрат                   | Затраты, руб. |
|-------------------------------|---------------|
| Материальные затраты          | 15500         |
| Затраты на оплату труда       | 371823        |
| Отчисления в социальные фонды | 111547        |
| Амортизационные затраты       | 54608         |
| Прочие неучтенные расходы     | 55348         |
| Накладные расходы             | 743646        |
| Себестоимость                 | 1352472       |
| Прибыль                       | 256969        |
| Договорная цена               | 1609441       |

Договорная цена должна обеспечить получение прибыли, достаточной для отчисления средств в виде налогов и фиксированных платежей в специальные фонды и бюджеты разного уровня в соответствии с утвержденными экономическими нормативами, а также для развития предприятия-разработчика (или кафедры и т.д.) и поощрения исполнителей.

Величина договорной цены должна устанавливаться с учетом эффективности, качества и сроков исполнения разработки на уровне, отвечающем экономическим интересам заказчика (потребителя) и исполнителя.

Если разработка носит прикладной характер, то договорная цена должна рассчитываться с учетом потенциального экономического эффекта у потребителя:

$$C_d = C_{nl} \cdot (1 + K_{my}), \quad (47)$$

#### 4.4.7 Расчет затрат на оборудование и монтаж

Стоимость оборудования, монтажных работ (составляет 30% от стоимости оборудования). Данные для расчета взяты из проектного бюро.

Таблица 4.6 - Стоимость оборудования и монтажных работ

| Наименование оборудования   | Ед.изм | Кол-во | Сметная стоимость (тыс. руб.) |        |
|---|--------|--------|-------------------------------|--------|
|   |        |        | оборуд.                       | монтаж |
| Пусковое устройство быстродействующего автоматического ввода резервного электропитания БАВР | шт.    | 1      | 280                           | 84     |
| Сверхбыстродействующий выключатель ВВ/TEL серии Q для систем БАВР                           | шт.    | 3      | 1050                          | 315    |
| Блок управления СМ_1501_01 (04)   | шт     | 3      | 75                            | 22,5   |

$$K_{об} + K_{монт} = 1405 + 421,5 = 1826,5 \text{ тыс. руб.} \quad (48)$$

Капиталовложения:

$$K_{кап.} = K_{ИР.} + K_{ОБ} + K_{монт} = 2321 + 1405 + 421,5 = 4147 \text{ тыс. руб.} \quad (49)$$